

Bergsbrukets början, samt dess och jordbrukets påverkan på vegetationen uti Garpenbergs socken i sydöstra Dalarna

The start of the mining and the impact of mining and farming on the vegetation in the parish of Garpenberg in southeastern Dalarna



Björn Karlsson



Examensarbeten

Fakulteten för skogsvetenskap
Institutionen för skogens ekologi och skötsel

2014:6

Bergsbrukets början, samt dess och jordbrukets påverkan på vegetationen uti Garpenbergs socken i sydöstra Dalarna

*The start of the mining and the impact of mining and farming on the
vegetation in the parish of Garpenberg in southeastern Dalarna*

Björn Karlsson

Nyckelord / Keywords:

Pollen, geokemi, bergsbruk, gruvbrytning, Garpenberg, Bergslagen, vegetationsförändringar, skog,
jordbruk / *pollen, geochemistry, mining, Garpenberg, Bergslagen, Sweden, vegetation changes,
forest, farming*

ISSN 1654-1898

Umeå 2014

Sveriges Lantbruksuniversitet / *Swedish University of Agricultural Sciences*

Fakulteten för skogsvetenskap / *Faculty of Forest Sciences*

Jägmästarprogrammet / *Master of Science in Forestry*

Examensarbete i biologi / *Master degree thesis in Forest Biology*

EX0769, 30 hp, avancerad nivå A2E/ *advanced level A2E*

Handledare / *Supervisor*: Ulf Segerström

SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*

Extern handledare / *External supervisor*: Jon Karlsson

Umeå Univ, Inst f Ekologi, Miljö och Geovetenskap / *UMU, Dept of Ecology and Environmental Science*

Examinator / *Examiner*: Torbjörn Josefsson

SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*

I denna rapport redovisas ett examensarbete utfört vid Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Skogsvetenskapliga fakulteten, SLU. Arbetet har handledts och granskats av handledaren, och godkänts av examinator. För rapportens slutliga innehåll är dock författaren ensam ansvarig.

This report presents an MSc/BSc thesis at the Department of Forest Ecology and Management, Faculty of Forest Sciences, SLU. The work has been supervised and reviewed by the supervisor, and been approved by the examiner. However, the author is the sole responsible for the content.

Förord

*”Giv dem som vårda våra bergverk, visdom och kraft att väl uträtta det, som åligger dem.
Bevara för skada och farlighet dem som arbeta i de djupa jordens rum...”*

Detta är en del av den gruvbön som har hållits i runt om i Bergslagen från 1700-talet fram till idag (Björkhem, 1996). Den får här representera den stora vikt metallhanteringen har haft för bygden och hur farligt det ofta var. Den här uppsatsen handlar om att tolka spåren efter vad dessa tidigare generationer har gjort. I Garpenberg finns gruvan kvar och därför är den här bönen lika relevant även idag. Så låt oss till sist hoppas att vår generation vårdar våra bergverk likväl som vår natur för framtida generationers gagn.

Till detta arbete har många bidragit och jag vill därför rikta ett stort tack till dem; Ulf Segerström, Jon Karlsson, Richard Bindler, Martin Karlsson, Anna Weinehall och Ing-Marie Pettersson-Jensen samt även Jernkontoret!

Umeå den 5 december 2013

Björn Karlsson



Gruvkapellet i Garpenberg

Sammanfattning

Bergsbruket har under lång tid haft stor betydelse för Sverige både ekonomiskt och politiskt. Det har också haft en inverkan på naturmiljön bland annat genom huggningar för bränsle och utsläpp av tungmetaller. Ett av de områden i Sverige som är mest känt för sin metallhantering är Bergslagen. Idag är många gruvor nedlagda. En som fortfarande är i drift är gruvan i Garpenberg i Dalarna. Hur långt tillbaka i tiden gruvdriften har hållit på i Garpenberg och dess historiska påverkan på miljön är dock oklar, trots bergshanteringens stora historiska betydelse för både samhället och miljön. Det övergripande syftet för detta examensarbete är att med analyser av skogshistorien och föroreningshistorien fastställa när bergsbruket började i Garpenberg och hur bergsbruket och jordbruket har påverkat vegetationen.

För att studera detta har jag använt mig av pollenanalys och geokemisk metallanalys på ett sjösediment från Gruvsjön i Garpenberg socken. Jag använt kol-14 datering åldersbestämma olika djup i sedimentet.

Resultaten visar att skogarna för 3000 år sedan var öppnare och hade mer buskar, lövträd samt även ädla lövträd. Vid granens etablering för ca 2600 år sedan förändrades skogarna då skogen blev mer sluten och buskarna och lövträden minskade. Först på 600–800-talet finns spår av mänskligt nyttjande, då betesgynnade växter som en och risväxter indikerar på skogsbyte. Metallföroreningar av bly och koppar tyder också på någon form av metallhantering. Från 1000-talet och framåt kan man se spår av en mer fast bosättning med jordbruk och troligen bergsbruk. Garpenbergs natur förändras mer storskaligt runt 1300 då metallföroreningar och kolpartiklar samt sädeslagspollen indikerar en mer storskalig etablering av bergsbruk och jordbruk. Tallen minskade till följd av jordbruket och bergsbruket och andelen trädpollen är som lägst från 1300-talet till slutet av 1800-talet. Under 1900-talet ökar andelen trädpollen på grund av mindre påverkan från bergsbruket och jordbruket. Detta markutnyttjande har lett till en förändrad trädslagsblandning och högre andel störningsgynnade arter idag. Få skogar är numera opåverkade av människan och det är troligen lägre biologisk mångfald idag än det var i det gamla jordbrukslandskapet eller i de blandskogar som fanns för 3000 år sedan.

Nyckelord: pollen, geokemi, bergsbruk, gruvbrytning, Garpenberg, Bergslagen, vegetationsförändringar, skog, jordbruk

Zusammenfassung

Bergbau hat in Schweden eine lange Tradition und war von großer ökonomischer und politischer Bedeutung. Des Weiteren hat es eine Auswirkung auf der Umwelt gehabt. In Schweden ist das Gebiet um Bergslagen am bekanntesten für seinen Bergbau. Die meisten Bergwerke sind heutzutage jedoch stillgelegt, aber in Garpenberg in Dalarna ist ein Bergwerk noch aktiv. Sein Alter oder sein Einfluss auf die Umwelt sind unbekannt. Das Ziel dieses Berichtes ist die Bestimmung der Bergwerksgründung sowie das Verständnis seines Einflusses auf die umgebende Vegetation mittels Analysen der Wald- und Verunreinigungsgeschichte

Um Veränderungen in der Vegetation und Verbreitung von Verunreinigungen besser zu verstehen, wurden Pollen- und XRF an Seesedimenten aus Gruvsjön, Garpenberg durchgeführt. C-14 ist für die Datierung verwendet.

Bergbau wurde im größeren Umfang ab circa 1300 AD betrieben, aber hat seine Anfänge um ca. 1000 AD. Erste Aktivitäten sind bereits seit ca. 700 AD angedeutet, jedoch nicht zweifelsfrei bestätigt. Die Umwelt um Gruvsjön hat sich viele Male verändert: die Verbreitung von Fichten (2600 Jahre BP), Waldweide (ca. 700 AD), der Anbau und periodisch Abholzen von Kiefern (ca. 1000 AD), der Rückgang von Wäldern und die Expansion von Landwirtschaft und dem Bergbau (ca. 1300 AD) und letztlich der Rückgang von dem Landwirtschaft nach ca. 1900 AD. Die Abhängigkeit dieser Veränderungen von Bergbau oder Landwirtschaft ist schwer zu sagen. Diese Veränderungen haben in Garpenberg eine Landschaft kreiert, die nur vereinzelt nicht vom Menschen beeinflusst ist.

Schlüsselwörter: Pollen, Geochemie, Bergbau, Bergwerk, Garpenberg, Bergslagen, Schweden, Vegetationsveränderungen, Wald, Landwirtschaft

Summary

Mining has during a long time been of great importance for Sweden both economically and politically. It has also had an impact on the natural environment. The region that is most famous for its metal processing in Sweden is Bergslagen. Today many of the mines are closed down, but the mine in Garpenberg in the province of Dalarna is still in use. How old it is and its historical impact on the environment is unclear despite the historical importance of mining. The overall purpose for this thesis is to use forest history and the pollution history to assess when mining began in Garpenberg and how it has influenced the local vegetation.

Vegetation changes, forest development and the distribution of metal pollution from the mine was studied with pollen analysis and geochemical metal analysis, in the lake sediment from Gruvsjön in Garpenberg, Sweden. Carbon-14 dating has been used to date different depths in the sediment.

The results show that mining began at large scale in the beginning of the 14th century. Some evidence suggests that the metal processing probably have an even earlier start in Garpenberg between 8th and 14th century. The nature and the ecosystem around Gruvsjön has changed many times, i.e. due to the establishment of spruce (2600 years ago), introduction of forest grazing (8th century), farming and periodically cutting of pine (11th - 14th-century), forest decline and expansion of farming and mining (14th century) and at last the decline of farming (20th century). This land use has created a different mix of tree species and a bigger proportion of apophytes today. Few areas are today without impact from man and it is perhaps a lower biodiversity today than in the natural mixed conifer- deciduous forest 3000 years ago or in the old farming landscape.

Key words: pollen, geochemistry, mining, Garpenberg, Bergslagen, Sweden, vegetation changes, forest, farming

Innehållsförteckning

1. Introduktion	1
1.1 Bakgrund	1
1.1.1 Tidigare forskning i Bergslagen	1
1.1.2 Bergsbrukets påverkan - virkesbrist och agrar kolonisation?	2
1.1.3 Tidigare forskning och historiska dokument om Garpenberg	3
1.2 Syfte	3
2. Material och Metod	4
2.1 Studieområde	4
2.2 Pollenanalys	7
2.3 Provtagning	7
2.4 Analys	8
2.5 Datering	8
3. Resultat	9
3.1 Dateringen av sedimentet	9
3.2 Gruvsjöns berättelse	10
4. Diskussion	15
4.1 Vilket område representerar pollen- och metallanalysen?	15
4.2 När började bergsbruket i Garpenberg?	15
4.3 Hur vegetationen förändrats i Garpenberg och dess troliga orsak	17
4.4 Bestående konsekvenser av det mänskliga markutnyttjandet	21
4.5 Slutsatser	22
5. Källförteckning	23

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Vid bronsålderns början 1800 f.Kr. började metallerna komma till Sverige från kontinenten, (Marklund, 1990). Efterhand uppstod egen gruv- och bergshantering i Sverige (Heckscher, 1940) men det är fortfarande oklart när. Ett av de områden i Sverige som under historisk tid, har blivit mest känt för sin metallhantering och gruvor är Bergslagen. Här var förutsättningarna goda med såväl rikligt med mineraltillgångar, vattenkraft som stora skogsområden. Bergslagen är ett ganska stort område men också vagt definierat. Det som brukar räknas dit är dock stora delar av Västmanland, sydöstra Värmland samt södra Dalarna. Här har därför industriellt bergsbruk länge varit en viktig näringsgren.

Hur långt tillbaka i tiden gruvverksamheten i Garpenberg sträcker sig och hur stor dess påverkan på miljön i Garpenbergs socken har varit är dock oklart, trots bergshanteringens stora historiska betydelse för riket (Heckscher, 1935). Det kan också ses som en brist med tanke på dagens högt ställda miljömål när det gäller biologiska mångfald och miljögifter (Naturvårdsverket, 2012). Äldre gruvverksamhet har medfört att det läcker miljöfarliga ämnen från gamla slagghögar (Sandberg m.fl., 2010). Dessutom har avverkning för bränsle påverkat utbredningen av naturskogsliknande skogar inom området idag (Angelstam m.fl., 2013). Idag är många av de gamla bruken och gruvorna nerlagda, även om det finns planer på återetableringar av gruvor i Bergslagen (Jakobsson, Axelsson & Uliczka, 2012). En av de gruvor som fortfarande är i bruk, är gruvan Garpenberg i Dalarna. För att bättre förstå både den ekonomiska, politiska och miljömässiga situationen idag behöver man känna till den historiska utvecklingen och här är Garpenberg och dess långa kontinuitet av bergsbruk en viktig pusselbit.

Redan Carl von Linné påpekar den oklara åldern när han besöker koppargruvan i Garpenberg den 8 januari 1734:

”Ætas incertas dock av gruvorna Hedengruvorna kallade, ante christianismum brukade.”

Med detta menar han att åldern på gruvorna i Garpenberg var osäker redan på hans tid, men att namnet antyder att de kan ha varit brukade så långt tillbaka som i heden tid, det vill säga i förkristen tid (Linnæus, 2007). Om detta stämmer, är svårt att säga, men de ansågs vara gamla redan på Linnés tid. Rönnegård (1957) skriver att ordet ”hedning” kan tolkas som något mycket gammalt som man inte längre känner till åldern på.

1.1.1 Tidigare forskning i Bergslagen

Falu koppargruva ligger i Dalarna inte allt för långt ifrån Garpenberg. I likhet med gruvorna i Garpenberg har koppar brutits i Falun. Falu koppargruva bör enligt flera studier ha börjat brytas ungefär något eller några århundraden före 1000-talet. Den nämns i skrift tidigt, redan 1288 (Hellqvist m.fl., 2010). I Falun har inte bara avverkningen för bränsle haft påverkan på omgivningen. Modelleringar av utsläpp av exempelvis SO₂ tyder på att utsläppen därifrån under dess storhetstid vid slutet av 1600-talet var så höga att trädöd torde ha förekommit upp

till 3-4 km från gruvan (Ek m.fl., 2001). Ögonvittnen som Carl von Linné har beskrivit att gräs och örter saknades omkring Falun (Ek m.fl., 2001).

En annan plats i Bergslagen där gruvdrift och bergshantering varit viktig, är Norberg. I Norberg har man mestadels brutit järnmalm. Här finns pollenanalyser, metallanalyser och arkeologiska utgrävningar utförda (Berg, 2004; Bindler m.fl., 2011; Pettersson Jensen, 2012). Man har lyckats att se tydliga samband mellan vegetationsförändringar, bergsbruket och jordbruket. Svaga spår av metallhantering finns sedan 900-talet, men från 1100- och 1200-talen pekar resultaten på bergsbruk i större skala. Vid sjön Kalven (Berg, 2004) sker också en stark decimering av andelen trädpollen från 85 % till 65 %, under den tidsepok som gruvbrytning, järnhantering och jordbruk varit igång. Det är särskilt barrträdspollen som minskar. Minskningen uppges vara så pass stor, att den möjligen kan indikera en lokal skogsbrist kring Kalven. Spår av jordbruk syns från 900-talet, men tydliga expansioner kan noteras omkring 1050, 1250 och 1600-talet.

En masugn i Moshyttan utanför Nora i södra Bergslagen har också studerats med metallanalyser och pollenanalys (Lidberg, 2012). Från Moshyttan finns indikationer på att en hyttverksamhet började redan i mitten av 1000-talet. Dateringen kan dock vara lite osäker emedan bulksediment från sjön användes för dateringen (Oldfield m.fl., 1997). Efter att hyttan etablerades förändrades trädslagssammansättningen svagt med något högre andel björk och något mindre andel tall och gran. Spår av odling fanns redan vid slutet av 800-talet.

1.1.2 Bergsbrukets påverkan - Virkesbrist och agrar kolonisation

Bergsbruket påverkade även skogarna i hög grad och det var högre påverkan ju närmare bruken man kom (Angelstam m.fl., 2013). Det var för att bergsbruket var beroende av stora mängder gruvved, träkol och virke till redskap. Även Garpenbergs skogar har påverkats av bergshanteringens stora behov av kol och gruvved. Periodvis kan det till och med ha varit brist på duglig skog för bergsbruket (Almquist, Löfving & Dehlén, 1980; Björkhem, 1996). Det har diskuterats om den gemensamma påverkan av bergsbruket och andra näringar som skeppsbyggnad och svedjning har bidragit till virkesbrist för Bergslagen. Dessa näringar bör dock åtminstone delvis varit geografiskt åtskilda och har därmed inte tillsammans kunnat utarma skogarna (Wieslander, 1936). Hur stor påverkan var och om det verkligen var virkesbrist under 1600- och 1700-talet är osäkert. Virkesbristen kan ha varit lokal och lett till att enstaka bruk behövt läggas ner på grund av att kolet inte kunde fraktas större sträckor utan att skaka sönder (Lindberg, 2004). Vissa områden var förmodligen hårdare drabbade än andra. Landskapet bör ändå i stort ha varit så skogbeväxt, att det i de flesta fall kunnat förse bruken med tillräckligt med virke. Kronan försökte att fördela skogarna på bruken genom privilegier samt genom att flytta vissa bruk till mer skogbevuxna områden (Lindberg, 2004; Wieslander, 1936). Då måste det ha funnits skog åtminstone på regional nivå. Samtidigt sjönk priserna på träkol under 1700-talet trots påstådd brist på skog (Jörberg, 1972 I; Lindberg, 2004). Under andra halvan av 1800-talet steg dock träkolspriserna (Jörberg, 1972 II). Kardell (1999) för fram en intressant teori varför det finns så många skildringar av virkesbrist. Han menar att då som nu ser man skogarna från vägarna och vägarna går fram närmast bygden. Där bör det logiskt sett ha varit mest påverkan på vegetationen.

Det har även varit en diskussion om vad som kom först, jordbruket eller bergsbruket och vad som ledde till att folk bosatte sig i Bergslagens skogsområden. (Pettersson Jensen, 2012). Senare forskning pekar på att ett visst jordbruk kan ha föregått bergsbruket, men detta är fortfarande osäkert. (Pettersson Jensen, 2012; Törnqvist, 2008).

1.1.3 Tidigare forskning samt historiska dokument om Garpenberg

När det gäller Garpenberg har en tidigare studie gjorts av blybelastningen i sjön Åsgarn som ligger ungefär 8 km nedströms Gruvsjön och gruvan i Garpenberg (Taberman, 2007). Studien pekar på att gruvdriften skulle varit i gång runt 1000-talet efter Kristus, men dateringen av sedimentet är osäker, då den endast bygger på granens etablering i området för omkring 2500 år sedan och antagandet att sedimentationen har varit konstant.

Från Gruvsjön i Garpenberg finns en tidigare studie baserad på metallanalys (Qvarfort, 1981). Här framgår att gruvbrytningen i Garpenberg kan ha börjat under 700-talet. Dock är dateringen osäker på grund av att man daterat bulksediment från sjön (Oldfield m.fl., 1997).

Det äldsta dokument som omnämner gruvbrytning i nuvarande Garpenbergs socken är privilegiebrevet för Norbergs- och Vikabergs bergslag från år 1354. Järngruvorna på Vikaberget låg troligen i den nuvarande byn Intrånget i Garpenbergs socken (Rönnegård, 1957). Rönnegård för fram teorin att Vikaberg kan vara äldre än exempelvis Norberg på grund av att det låg närmare Dalarnas dåvarande centrala bygd vid Hedemora och Dalälven. Koppargruvorna vid Gruvsjön i Garpenberg nämns något senare i en försäkran från 1402 (Rönnegård, 1957). De äldsta hyttor i Garpenberg som kol-14 daterats var från intervallen 1250-1500 och 1270-1410 (Landeholm, 1999). Ett ytterligare dokument som omnämner gruvbrytning i Garpenberg är en biskopskrönika som sägs vara skriven av Peder Swartz. Den nämner att biskopen i Västerås, Israel Erlandsson Ängel, i början av 1300-talet skulle ha ägt Garpenberg och upptagit gruvan med hjälp av tyskar, så kallade garpar. Skriften lär dock vara förfalskad av kyrkoherden i Hedemora, Nils Rabenius (1648-1717) (Ahnlund, 1927; Rönnegård, 1957). Att vissa av de historiska dokumenten är förfalskade gör det tyvärr inte lättare när man vill åldersbestämma bergsbruket i Garpenberg. En brand på herrgården på Otto Schmidts tid, under 1600-talet, lär tyvärr också ha förstört en del äldre handlingar (Hülphers, 1957). Bergsbruket kan sammanfattningsvis skriftligen säkert beläggas till 1300-1400-tal. Det är dock troligt att bergsbruk kan ha bedrivits innan det nämns skriftligen.

1.2 Syfte

Det övergripande syftet för detta examensarbete är att med analyser av skogshistorien och föroreningshistorien fastställa när bergsbruket började i Garpenberg och hur bergsbruket och jordbruket har påverkat vegetationen.

Mer specifikt vill jag ta reda på:

- När etablerades bergsbruket vid Gruvsjön i Garpenberg?
- Hur har vegetationssammansättningen kring Gruvsjön i Garpenberg förändrats under de senaste 3000 åren, och vad bör rimligen orsakat förändringen?

- Hur har vegetationen påverkats av bergsbruket och jordbruket och hur har bergsbruket och jordbruket påverkat varandra?
- Vilka bestående konsekvenser går att se av det tidigare markutnyttjandet på vegetationen och den biologiska mångfalden?

För att ta reda på detta har pollenanalys och röntgenfluorescensspektroskopi, XRF utförts på en sedimentlagerföljd från Gruvsjön i Garpenberg.

2. Material och metod

2.1 Studieområde

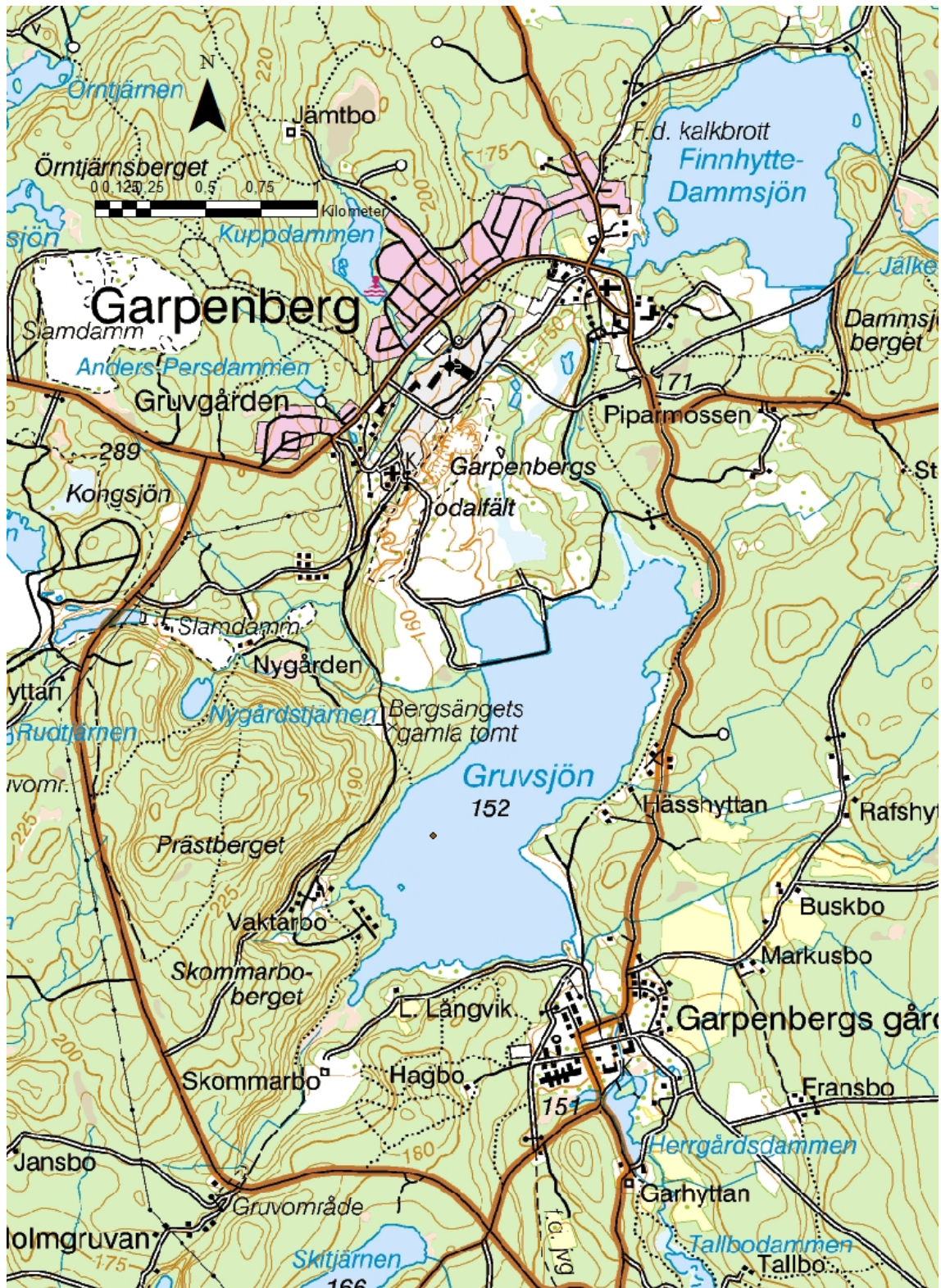
Gruvsjön, som tidigare lär ha hetat Kodisken (Rönnegård, 1957), ligger i Garpenbergs socken i sydöstra Dalarna (RT 90: 6686172; 1521264) (Fig. 1-2). Den ligger i det boreala barrskogslandskapet, dock endast strax norr om den biologiska norrlandsgränsen. Så i Garpenbergs artsamhälle möts både en mer norrländsk barrskog och den sydliga ädellövskogen. Detta borde medföra att den biologiska mångfalden kan vara stor. Gruvsjön som ligger centralt i socknen är belägen 152 möh och är idag ungefär 1,5 km lång och 0,5 km bred. Sjön var tidigare större, men idag är den norra delen torrlagd för att underlätta för gruvdriften (Rönnegård, 1957). Troligen är sjön både sänkt och norra delen delvis invallad. Inflödet kommer från ett antal bäckar. Omgivningen består till största delen av skogsmark. Det finns också en mindre mängd åkrar och inägor. Strax norr om Gruvsjön ligger Garpenberg tillsammans med gruvan vid Garpenbergs odalfält. Utloppet går söderut via Garpenbergsån och Garpenbergs herrgård där det funnits hyttor. På ett flertal platser i området kring Gruvsjön finns det lämningar efter bergsbruk (Landeholm, 1999).

Området kring Garpenberg och Gruvsjön är ganska kuperat och innehåller en blandning av jordarter och även många bergarter som leptiter, kalksten, urgraniter och grönsten. Detta gör att Garpenbergs berggrund och lösa jordlager är relativt varierad (Björkhem, 1996). Vid Gruvsjön finns det sulfidmalmer med bland annat koppar (Cu) zink (Zn) och bly (Pb) och i trakten finns också järnmalm (Vivallo, 1984).



Figur 1. Översiktskarta över sydöstra Dalarna och Garpenberg med området kring Gruvsjön (röd rektangel).

Figure 1. Overview map of south eastern Dalarna and Garpenberg with the area around Gruvsjön (red rectangle)



Figur 2. Karta över området kring Gruvsjön (röd rektangel i figur 1). Tidigare gick sjön ända fram till kyrkan i norr. Den bruna punkten i Gruvsjön är den ungefärliga provtagningsplatsen. © Lantmäteriet, i2012/901

Figure 2. Map of the area around Gruvsjön (red rectangle in figure 1). Previously the lake reached the church in north. The brown dot in Gruvsjön is the proximate sampling site.

2.2 Pollenanalys

Användandet av pollenanalys föreslogs av geologen Lennart von Post, (1916) som hjälpmedel till att beskriva en historisk vegetationssammansättning. Metoden har senare blivit allmänt spridd över världen och bidragit till ny kunskap inom olika ämnesområden som ekologi, arkeologi, biologi, invasioner av exotiska växter och sist men inte minst om hur människan påverkat vegetationen (Bradshaw, 2007).

Pollen som är fröväxternas hanliga förökningsorgan produceras och sprids i stora mängder. Den största delen av pollenkornen når inte fram till någon annan växt av samma art, utan de flesta sprids över mark- och vattenområden. Här bryts de ofta ner men i mycket torra, salta eller syrefattiga miljöer kan de bevaras från nedbrytning. Exempel på det sistnämnda är torvmarker och sjösediment. Sediment och torv byggs på varje år med nytt material och bildar en lagerföljd, en tidsserie. Pollenkornen kan fortfarande efter tusentals år identifieras till artgrupp. Man kan därmed få en bild av hur vegetationen har sett ut längre tillbaka i tiden. I och med att olika arter kan indikera olika typer av mänsklig störning kan man uttyda den historiska markanvändningen (Behre, 1981; Behre, 1986).

När nu de skriftliga dokumenten inte säkert kan säga något längre tillbaka i tiden än 1300-talet, kan naturliga arkiv som sjösediment innehållande pollen och metallföroreningar vara till nytta. De kan påvisa när exempelvis bergsbruket i ett område som Garpenberg började påverka naturmiljön med metallföroreningsutsläpp och påverkan på vegetationen. Om man kan bestämma ungefär när bergsbruket började och hur det har påverkat skogen runt Garpenberg kan man få någon extra pusselbit till bergsbrukets historia i Bergslagen. Därmed kan man också bättre förstå andra gruv- och bergbruksområdets historia. I och med att bergsbruket varit en mycket viktig näring för Sverige blir det också en pusselbit till bilden av rikets framväxt och en bättre förståelse av vilken roll metallhanteringen haft för utvecklingen av såväl jord- som skogsbruk samt hur dessa format vårt nutida samhälle.

2.3 Provtagning

I mars 2013 togs en 6 m lång sammanhängande sedimentlagerföljd ur Gruvsjön. Den togs på 21 m djup med hjälp av en piston corer (Fischer, Brenner & Reddy, 1992) av Jon Karlsson och Richard Bindler vid Institutionen för ekologi, miljö och geovetenskap (EMG) Umeå Universitet. De översta 50 cm togs också med en HTH-rörprovtagare (Renberg & Hansson, 2008). Med hjälp högupplösta metallanalyser kunde de båda sedimentsekvenserna korreleras med varandra till en sammanhängande tidsserie från ytan och ner.

De översta 2,2 m av sedimentet från piston corern och HTH-rörprovtagaren skars upp på laboratorium i 1 cm skivor för analys av pollen, kolpartiklar och metaller. Efter utskärningen frystorkades proverna.

2.4 Analyser

För att spåra olika föroreningar som metaller och tungmetaller vilka ofta har läckt ut från gruvavfall, slaggprodukter och erosion, har röntgenfluorescensspektroskopi (XRF) använts; 116 prover togs ut för detta. Metoden har tidigare använts i liknande studier (Bindler m.fl., 2011; Karlsson & Berg, 2012). Proverna vägde 0,5 gram. De viktigaste grundämnena i den här studien var koppar, zink och bly som alla finns i Garpenbergs sulfidmalmer (Vivallo, 1984). Dessa kan därför indikera på utsläpp från bergsbruket. Titan (Ti) är också av visst intresse då den är vanlig i berggrunden (Ek, 1962) och kan därför indikera erosion.

Från sedimentlagerföljden togs 50 prover ut för pollenanalys. Av dem togs 41 ut på 4 cm intervall från ytan ner till 141 cm. Två av dessa (17 och 29 cm) kunde dock inte räknas, på grund av bland annat för mycket mineralpartiklar. Från 141 cm till 219 cm djup togs 9 prover ut lite ojämnt spridda. Proverna behandlades enligt standardmetoder med 5 % kaliumhydroxid (KOH) och acetolys (Moore, Webb & Collinsson, 1991). Dessa monterades på preparatglas med saffraninfärgad glycerin inför pollenräknandet. Med hjälp av mikroskop räknades cirka 500 pollen i varje prov. Dessa bestämdes till art, familj eller artgrupp enligt bestämningsnyckel (Moore, Webb & Collinsson, 1991; Beug, 2004). Nomenklaturen följer Mossberg & Stenberg (2003).

Även kolpartiklar i olika storlek räknades (50-150 och >150 mikrometer) i samma prover som gjorts för pollenanalysen. Kolpartiklar kan indikera mänsklig aktivitet i form av eldning (Behre, 1986) inom till exempel bergsbruket, men också naturlig skogsbrand. Större kolpartiklar kan indikera att branden varit lokal (Ohlson & Tryterud, 2000), vilket är särskilt tydligt vid riktigt stora partiklar på 0,5 mm.

Resultatet åskådliggörs i ett pollendiagram skapades med hjälp av datorprogramet Tilia/Tiliagraph (Grimm, 1991; Grimm, 2004). Procentandelarna för kärlväxterna i pollendiagrammet bygger på varje arts andel av det totala antalet landlevande kärlväxter, alltså utan kol, spörväxter och vattenväxter. Andelarna av kolpartiklar, sporer och vattenväxter i diagrammet utgörs av antalet av den aktuella arten genom det totala antalet kärlväxter (Berg, 2004). För att kunna bedöma resultatens rimlighet i avseende på andelen skogsmark och inägomark har även några historiska kartor över Gruvsjön (Lantmäteriverket, 1993; Lantmäteriet, 1819; Lantmäteriet, 1780) studerats.

2.5 Datering

För kol-14 datering av olika nivåer i sedimentet plockades terrestra makrofossiler ut, från fyra djupnivåer, bland annat barr, andra växtrester och delar av insekter. Dateringsnivåerna är; 46-48 cm, 58 cm, 118-119 cm och 130-131 cm. För att mängden material skulle räcka lades i tre fall närliggande prov ihop, och omfattar därför 2-3 cm i lagerföljden.

3. Resultat och tolkning

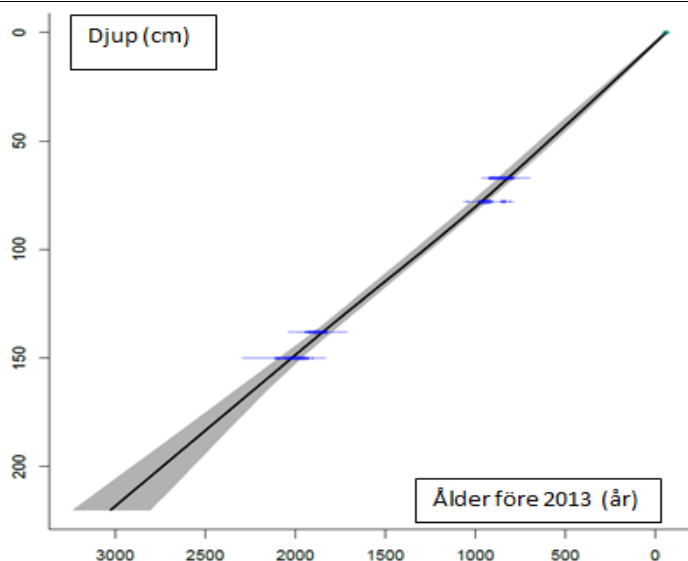
3.1 Datering av sedimentet

Dateringarna av de fyra djupnivåerna i sedimentet från Gruvsjön kan ses i tabell 1 och figur 3. För nivåerna 118-119 cm och 130-131 cm gäller att dateringarna är uppdelade i två intervall som båda kan vara sannolika. Dessa fyra dateringar samt nutid användes för att uppskatta åldern mellan dateringarna (figur 3). Dateringarna verkar rimliga då de stämmer överens med exempelvis dateringen av granens etablering i Norberg (Segerström m.fl., 2010) och ligger efter en närmast rak linje, vilket antyder att sedimentationen varit mer eller mindre jämn över tid.

Tabell 1. Resultat av kol-14 datering av sedimentet i Gruvsjön. Kalibrerad datering är kalenderår för respektive sedimentdjup. Databasen som användes för att kalibrera kol-14 åldern till kalenderår var INTCAL 13. Analysen utfördes av Beta Analytic Inc. i Miami, Florida.

Table 1. Results of carbon-14 dating of the sediment in Gruvsjön. Calibrated dating, “Kalibrerad datering” is calendar years for respectively sediment depth, “Sedimentdjup”. The database that was used for calibrating carbon-14 age to calendar years was INTCAL 13. The analysis was performed by Beta Analytic Inc. in Miami, Florida.

Laboratorienummer	Sedimentdjup (cm)	kol-14 ålder (före nutid)	Kalibrerad datering (2 sigma, 95 % sannolikhet)
Beta-361876	46-48	930 +/- 30	1020-1170 e.Kr.
Beta-361877	58	1020 +/- 30	980-1030 e.Kr.
Beta-361878	118-119	1930 +/- 30	10-130 e.Kr.
Beta-361879	130-131	2040 +/-30	160-130 f.Kr och 110 f.Kr.-20 e.Kr.



Figur 3. Djup-ålderdiagram med kalibrerad ålder (år före år 2013) på x-axeln för varje sedimentdjup (cm) på y-axeln. De blå linjerna är dateringarna i tabell 1. Det grå fältet är osäkerheten. Tillägsprogrammet Clam (Blaauw 2010) i statistikprogrammet R användes för att skapa djup-ålder diagrammet.

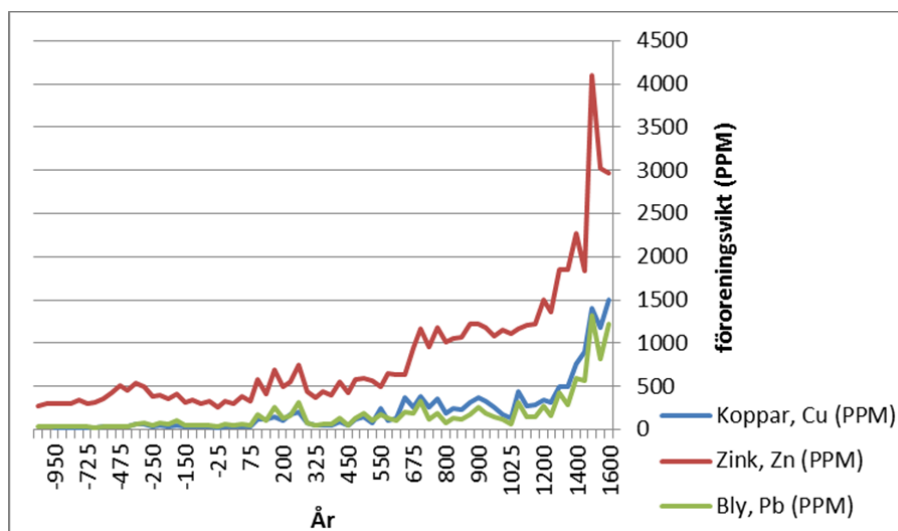
Figure 3. Depth-age diagram with calibrated age (before 2013) on x-axel for every sediment depth (cm) on y-axel. The blue lines are the datings in table 1. The gray field is the uncertainty. The additional program Clam (Blaauw 2010) in the statistic program R was used to create the depth-age diagram.

3.2 Gruvsjöns berättelse

Fas I Naturlig skog, ca 1000 f.Kr. – 700-tal e.Kr. (219-100 cm)

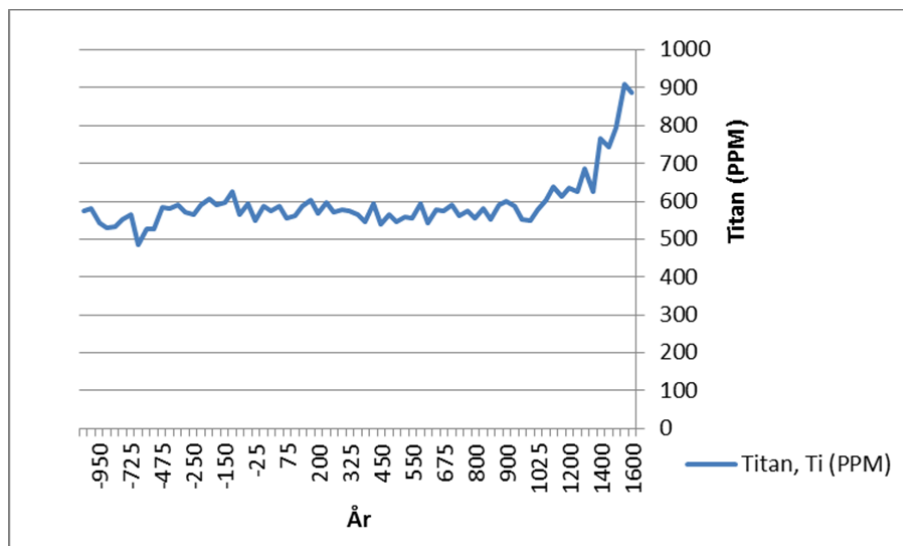
Vid ca 1000 f.Kr. (219 cm) dominerar trädpollen och trädslagen tall och björk (figur 6). Ädellövträden ek, ask, alm och lind utgör tillsammans ett ganska påtagligt inslag (ca 7 %) i den totala andelen trädpollen. Andelen trädpollen ligger på cirka 85-87 %. Granpollen kan till en början ej ses i diagrammet. Det är en relativt stor andel pollen av buskar, en och hassel/pors. I pollenkurvan för de störningsgynnade växterna, exempelvis gräspollen, syns en tidig topp. De störningsgynnade växternas pollen går därefter ner till en låg nivå. Metallerna (figur 4-5) ligger till en början på en låg och stabil nivå. Dessa andelar fram till 800-talet f.Kr. (200 cm) bör kunna räknas som bakgrundsvärden för metallerna. Andelarna är i grova drag runt 30 ppm för koppar, zink 270 ppm och för bly 40 ppm.

Vid 700-talet f.Kr. (200-195 cm) cm kan granpollen för första gången noteras i större mängd. Vid granens etablering ökar andelen tall något medan björkens och ädellövträdens pollen minskar. Även buskarna minskar mot slutet av perioden och likaså ormbunkssporerna. Den totala andelen trädpollen har vid 300-500 år f.Kr. (165 cm) ökat till cirka 93 %. Trädpollenandelen fortsätter också att ligga konstant på den här nivån resten av den här fasen. Vid 700-400-talet f.Kr. (200-165 cm) är en topp för ranunkelväxterna (ökar från 0 till 3 %), koppar, zink, bly (figur 4) samt för kol (ökar från 0 till 3 %). Mot slutet av perioden kan ett par nya upp och nedgångar av gräspollen ses. På 400-500-talen finns två separata noteringar av sädeslag. Ett av dem är ett rågpollen och det är samtidigt med senare toppen hos gräsen. Mellan 100-talet och 300-talet (140-125 cm) finns en ny topp i metallföroreningarna. Dessa föroreningar går sedan tillbaka till bakgrundsnivån. Kolpartiklar har även registrerats i små mängder under hela perioden.



Figur 4. Andelen av koppar, zink, och bly i miljondelar, PPM, utifrån föroreningsvikt av provet, för respektive år. Negativa år är före Kristus.

Figure 4. Proportion of copper, zinc, and lead in parts per million, PPM of the weight of the pollution (Y-axis) per year (X-axis). Negative year is BC.



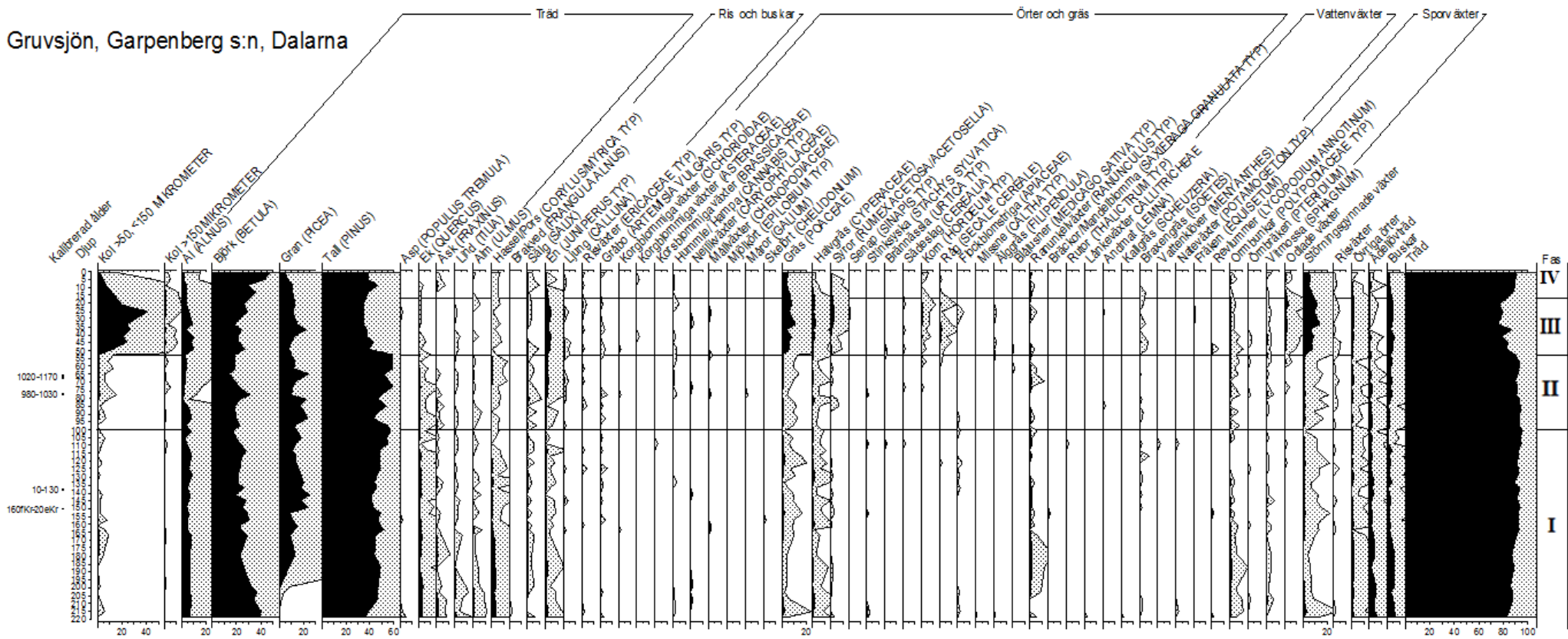
Figur 5. Andelen titan, i miljondelar, PPM, utifrån vikt av provet för respektive år. Negativa år är före Kristus.

Figure 5. Proportion titan, Ti in parts per million, PPM of the weight of the pollution (Y-axis) per year (X-axis). Negative year is BC.

Troligen var området kring Gruvsjön vid omkring 1000 f.Kr., (219 cm) dominerat av björk- och tallskog. Det fanns dock ett markant inslag av ljusgynnade buskar som en och hassel (hassel och pors är samregistrerade i diagrammet) samt ädla lövträd. Jag tolkar att de bör till största del vara hassel därför att hassel var vanligare längre tillbaka i tiden och har senare minskat precis som den gör här (von Post, 1946). Hassel har förekommit ända till idag och förekommer även fortfarande i Garpenberg (Länsstyrelsen i Dalarna, 1996). Dessa växer ofta i relativt öppna skogar (Mossberg & Stenberg, 2003). Detta kan möjligen tyda på att skogarna hade ett ganska öppet trädskikt och ett buskskikt. Skogarna var därmed ganska artrika.

När granen etablerade sig för 2600-2700 år sedan fick den stor inverkan på skogarna då granen påverkade konkurrensen. Trädslagsblandningen förändrades då lövträdens dominans bröts och barrträden kom att dominera. Trädskiktet blev förmodligen mer slutet och skogarna mörkare vilket fick som konsekvens att buskskiktet och örterna minskade i andel. Trädslagsblandningen var efter granens invandring ganska bestående, fram till att människans påverkan blev större.

Gruvsjön, Garpenberg s:n, Dalarna



Figur 6. Pollendiagram med andelen pollen och sporer samt kolpartiklar från Gruvsjön i Garpenberg, Dalarna (Svart: procent; Grått: promille). Linjerna representerar gränserna mellan de olika faserna i vegetationsutvecklingen. Analysator: Björn Karlsson

Figure 6. Pollen diagram with the proportion pollen, spores and charcoal particles (Kol) from Gruvsjön in Garpenberg Dalarna (Black. Percentage; Grey: per mille. The lines represent the borders between the different phases in the vegetation development. Analyser: Björn Karlsson

Det är svårt att säga om någon betydande mänsklig påverkan har skett under denna fas. Det har funnits diverse toppar för örter och störningsgynnade växter. Men dessa är svåra att koppla ihop med mänskligt nyttjande i och med att de förekommer naturligt i området (Mossberg & Stenberg, 2003) och kan också variera av naturliga orsaker som storm och brand. Något intressant verkar ha hänt runt 300-talet f.Kr. (ca 180-165 cm) då både ranunkelväxter, kol och metaller ger utslag. Det bör ha varit en lokal händelse då den ger tydliga utslag i både pollen och föroreningar. Vad som har hänt är dock oklart, möjligen en större skogsbrand. Det enda tydliga tecknet på mänsklig närvaro är två sädespollen på 400–500-talet (110-120 cm). Dessa bör dock tolkas försiktigt då enstaka pollen kan flyga långa sträckor. Så man behöver inte ha odlat i närheten av Gruvsjön eller ens i Dalarna (Hjelmroos, 1991; Behre, 1981). Intressant är att ett av sädeslagspollenen sammanfaller i tid med en topp i gräsen. Detta skulle möjligen kunna tyda på att det kan vara ganska lokal händelse och att man kanske kan ha svedjat i närheten av Gruvsjön. (Emanuelsson & Segerström, 2002. Kolet i den här fasen representerar förmodligen att det förekom naturliga bränder. Århundradena efter Kristi födelse syns en topp i metallföroreningarna (figur 4). Den är troligen spår av långväga vindtransporterade föroreningar från romarrikets metallhantering. Man har i många sjöar hittat en sådan topp runt Kristi födelse (Renberg m.fl., 2000). Ingen förändring syntes i vegetationen och föroreningarna går dessutom tillbaka till bakgrundsnivåer vilket stödjer tolkningen att toppen i metallföroreningarna inte var lokal. Om toppen i föroreningarna varit lokal, borde det funnits läckande gruvvarp kvar som torde ha givit någon signal.

Fas II – Introduktion av bergsbruk, skogsbete och odling, 700-tal-1300-tal (100-55cm)

Den totala trädpollenkurvan ligger kvar på samma nivå som tidigare, strax över 90 % under hela perioden (figur 6). Under denna period börjar dock andelen tall och gran periodvis att minska. Omkring andra halvan av 600-talet (100 cm) syns en tydlig permanent uppgång av metallföroreningar som koppar, zink och bly (figur 4). Alen ligger på en riktigt låg nivå på en knapp procent under en kort period runt 900-talet (80 cm) Tidigare låg alen stabilt på ca 6 %. Likaså kan man se att kurvan för ädellövträden inte längre är lika stabil utan minskar periodvis. Enen ökar igen efter att ha varit på en låg nivå. Även risväxterna som till exempel ljung ökar. Sädespollen finns noterade under en kortare period på 1000-talet för att sedan upphöra. Från 1000-talet (75 cm) och fram till idag kan man se ökad andel av titan (figur 5). På 1200-talet finns sädespollen åter noterade. Andelen kolpartiklar börjar en svag men tydlig ökning. Det är särskilt tydligt för storleken 50-150 mikrometer.

Ett ökat inslag av en och risväxter så som ljung samt syror, tolkar jag som att skogarna blev något öppnare och ljusare. Det skulle kanske kunna bero på att man började med skogsbete (Behre, 1981) i området någon gång omkring 700-800-tal. Ädellövträdens tillbakagång kan också tolkas som att de påverkades negativt av betesdriften (Segerström & Emanuelsson, 2002). Förekomsten av sädeslag tyder på att man började odla lokalt omkring 1000-talet (75 cm). Titan är en viktig beståndsdel i bergarter (Ek, 1962) och titan indikerar att erosionen ökade under perioden från 1000-talet och framåt, vilket jag tolkar som fler åkrar och gruvområden med öppen jord började förekomma. Kanske var det första gången som man bodde kring Gruvsjön permanent. Parallellt med detta är det troligt att en småskalig

metallhantering hade börjat då både tallen minskar och bly och koppar ökar. Från 1200-talet verkar man ha börjat den kontinuerliga odlingssepok som har fortsatt till idag.

Fas III – Bergsbrukets och jordbrukets glansdagar, 1300-tal-1800-tal (55-17 cm)

Denna fas kännetecknas av en mycket markant ökning av andelen gräs, halvgräs och sädeslag (figur 6). Även en, braxengräs och örter i allmänhet ökar. Den totala trädpollenandelen minskar däremot till ca 80 %. Det är främst tallpollen som minskar från 60 till 40 %. Andelen granpollen ligger på en relativt låg nivå under perioden. Andelen björkpollen håller sig på samma nivå som tidigare, med antydning till en ökning mot slutet av perioden. Al däremot ökar först snabbt i början av 1300-talet (50 cm) för att sedan successivt avtaga i andel.

Kolpartiklar, speciellt de mellan 50-150 mikrometer, ökar kraftigt i periodens början och håller sig på en hög nivå under hela perioden. Andelen titan fortsätter öka (figur 5). Koppar, zink, bly (figur 4) följer samma trend och ökar starkt från 1300-talet. Koppar och bly ökar från 400 till 1250 ppm till mitten av 1500-talet. Zink ökar under samma period från 1500 till 4000 ppm.

De plötsligt höga andelarna av koppar, bly, zink (figur 4) och kolpartiklar (figur 6) tolkar jag som att ett storskaligt bergsbruk etablerades omkring sekelskiftet 1300. Bergsbruket förbrukade mycket kol och släppte ut föroreningar som bly, koppar och zink. En stor del av grundämnena bör ha haft lokalt ursprung då de finns i malmen (Vivallo, 1984). Även ett mer påtagligt jordbruk etablerades samtidigt vid 1300-talets början. Ökningen av gräs, syror, en och örter tolkar jag som att ängsmarkerna ökade och skogarna öppnades upp av skogsbyte och huggningar (Behre, 1981; Segerström & Emanuelsson, 2002). Detta är den fas i den studerade perioden som det var minst med skog och träd, runt Gruvsjön, men landskapet som helhet var nog fortfarande dominerat av skogsmark.

Fas IV – Jordbrukets tillbakagång och skogens återkomst, sent 1800-tal-2000-tal (17-1 cm)

Den totala trädandelen ökar och lägger sig åter på strax över 90 %. Trädslagsblandningen är dock förändrad. Andelen björkpollen fortsätter att öka med 15 % medan alpollenandelen minskar kraftigt, även granpollenandelen minskar. Tallen har en topp omkring år 1900, men går sedan tillbaka till de relativt låga nivåer den haft sedan jordbruket och bergsbruket etablerade sig. Andelen enpollen minskar från ca 4 % till knappt 1 %. Halvgräs, syror och örter minskar också mycket medan gräsen bara minskar något. Sädeslagspollen finns registrerade fram till och med idag, men de har avsevärt lägre andelar 2013 än vid 1800-talets slut. Förändrade förutsättningar för gruvnäringen, då ved- och kolbehovet minskade på grund av effektivare teknik, ledde till mindre påverkan på skogen från gruvindustrin. Under den här perioden minskade också betydelsen av jordbruket och skogen återerövrade tidigare jordbruksmark. Det är tydligt att inägomarken kring Gruvsjön har minskat om man jämför historiska kartor med dagens (Lantmäteriverket, 1993; Lantmäteriet, 1819; Lantmäteriet, 1780). Landskapet blev därför mer skogsdominerat och fick en mindre jordbruksartad prägel. En och syror minskade rejält och försvann nästan mot slutet av perioden, medan gräs och sädespollen till viss del fanns kvar mot slutet av perioden. Detta bör innebära att skogsbetet upphörde, men att man fortsatte med lite vallodling och sädesodling. En del av gräset kan även härröra från hyggen och avverkningar då skogsbruket kom in som en ny aktör som

påverkade skogarna. Fortsatt drift av gruvan, boende i Garpenberg samt störning från skogsbruket gjorde att de störningsgynnade växterna fanns kvar. Denna fas har setts även i andra jordbruksområden (Segerström & Emanuelsson, 2002). Om den lilla toppen i tallkurvan vid 1900-talets början (7 cm), är signifikant är osäkert, men dess nedgång kan representera de starka avverkningar som genomfördes kring 1913 (Almquist, Löfving & Dehlén, 1980).

4. Diskussion

4.1 Vilket område representerar pollen- och metallanalysen?

Precis vilket område ett diagram speglar är svårt att säga, då pollen (Hjelmroos, 1991) och föroreningar (Renberg m.fl., 2000) kan spridas avsvärda sträckor. Större delen av signalen har dock ett lokalt ursprung. Ett tungt pollen som gran bör exempelvis inte ha transporterats längre än en mil till Gruvsjön (Sugita, 1993). Sjöns storlek har betydelse för hur stor del som representerar en lokal- respektive regional signal av föroreningar och pollen. Ju mindre sjön är desto större är andel lokalt producerat (Bradshaw, 1988). Till och med två närliggande sjöar kan, om de är olika stora, berätta lite olika historier, därför av att andelarna lokalt- och regionalt pollen och föroreningar skiljer sig (Karlsson & Berg, 2012). Gruvsjön är en medelstor sjö, så den bör ha en mer regionalt präglad signal (Bradshaw, 1988). Gruvsjön ligger i en skogklädd dalgång och det bör kunna minska andelen regionalt vindspridda föroreningar och pollen. Gruvsjöns avrinningsområde är relativt litet vilket även bör minska den vattenburna delen av den regionala signalen. Pollenkornen och föroreningarna (figur 4-6) ger ganska starka signaler vilket tyder på att de inte heller har blivit allt för mycket utblandade med pollen och föroreningar från källor på längre avstånd. Sammanfattningsvis tyder detta på att diagramen bör spegla händelser relativt lokalt i landskapet kring Gruvsjön och Garpenbergs socken. Mindre förändringar i diagramen bör tolkas med försiktighet då en del av signalen är regional.

4.2 När började bergsbruket i Garpenberg?

Gruvdriften i Garpenberg kan skriftligen säkert beläggas från 1402 och i det närbelägna Vikaberg från 1354 (Rönnegård, 1957). I enlighet med Rönnegårds (1957) resonemang bör gruvorna rimligen ha varit i bruk en tid innan de har hunnit nämnas skriftligen. Detta medför att de historiska dokumenten inte säkert kan fastställa när bergsbruket i Garpenberg började, men väl en minimiålder för det.

Resultatet i denna studie tyder på att den stora etableringen av bergsbruket skedde i Garpenberg i omkring sekelskiftet 1300 då kol och metallföroreningarna ökar kraftigt (figur 7). Även på 1000-talet bör någon form av metallhantering ha kunnat bedrivas, då både koppar och bly är skilda från bakgrundsvärdena 1000 år f.Kr.. Kolpartiklarna stödjer detta (figur 7). Så långt tillbaka som 600–800-talet finns vaga signaler av metallhantering, då koppar och bly redan då skiljer sig från bakgrundsvärdena (figur 7). Det finns även några signaler som är mer svårtolkade men som tillsammans bör stödja att metallhantering bedrevs, så som att tallen minskar periodvis och en mindre mängd kol spridits (figur 6). Betesgynnade växter under samma period indikerar också på mänsklig närvaro. Området kan till en början ha varit en

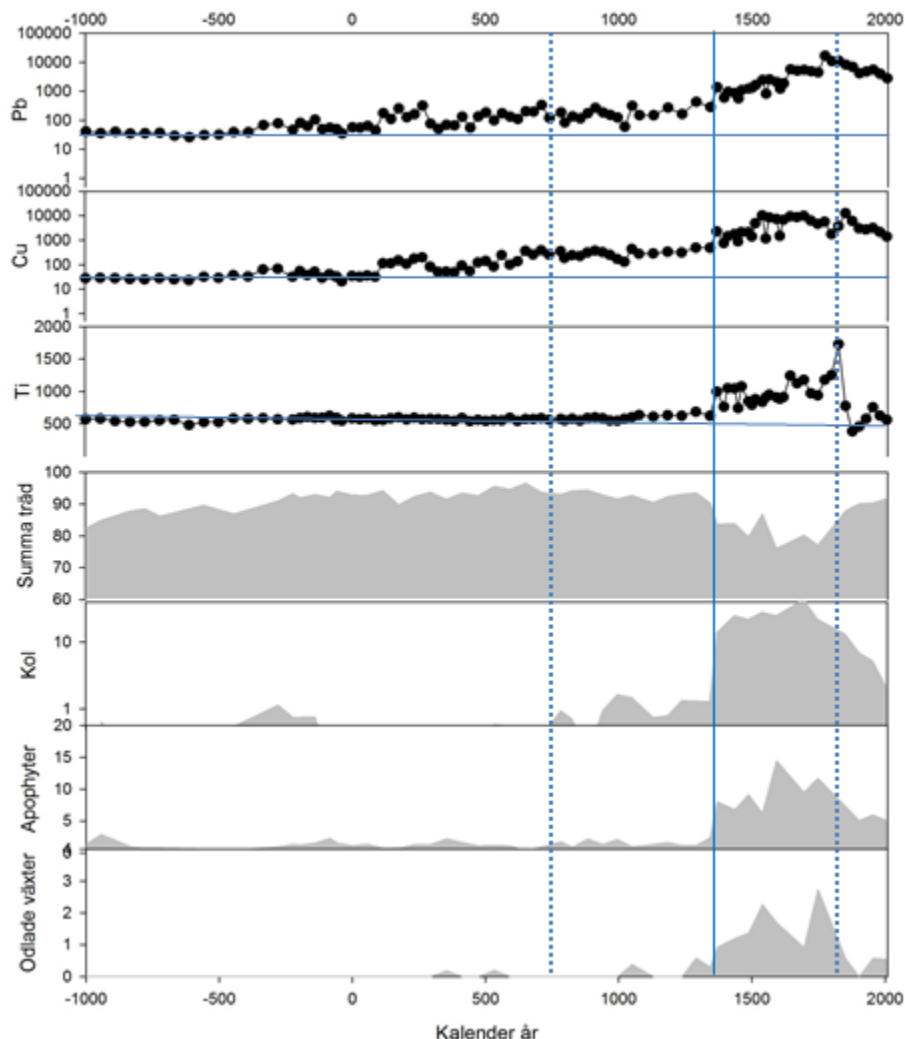
utmark som man utnyttjade för malmbrytning och bete. De två första svagare uppgångarna för metallföreningarna, århundradena före och efter Kristi födelse hör troligtvis inte samman med lokal metallhantering utan är förmodligen spår av brand eller av romarrikets metallhantering (Renberg m.fl., 2000). Det är alltså ganska svårt att entydigt fastslå en precis tidpunkt när metallhanteringen först började. En småskalig metallhantering ger svaga signaler vilket försvårar tolkningen. Dessa dateringar av bergsbrukets utveckling är liktydiga med de dateringar av bergshanteringen som gjorts i exempelvis Norberg och Falun (Bindler m.fl., 2011; Hellqvist m.fl., 2010). Även det arkeologiska materialet stödjer en snabb utveckling av bergsbruket under 1100-1300-talet (Pettersson Jensen, 2012).

För att säkrare bestämma bergsbrukets ålder, behöver man bättre kunna skilja på lokala föreningar och luftspridda föreningar från Europa. Detta går att analysera med hjälp av blyisotopsammansättningen (Taberman, 2007). I studien från sjön Åsgarn inte långt från Garpenberg har en sådan gjorts (Taberman, 2007). Den visar att under en kort period sjunker isotopsammansättningen snabbt till bergslagsnivåer vilket indikerar att från den tidpunkten är föreningarna mestadels lokala. Dock behövs en ny studie på detta då dateringarna från Åsgarn var mycket osäkra.

En intressant detalj i sammanhanget är att bergsbruket troligen storskaligt drog igång under början av 1300-talet enligt kol-14 dateringen. Detta stämmer konstigt nog överens med dateringen i Nils Rabenius förfalskade biskopskrönika. Israel Erlandsson Ängel skulle ha låtit ta upp gruvor i Garpenberg under 1300-talets början (Rönnegård, 1957). Rabenius hade faktiskt också en stor samling historiska dokument som han använde när han förfalskade (Ahnlund, 1927). Det är då inte omöjligt att den noteringen inte helt är tagen ur luften även om det är långt ifrån bevisat. Han kan möjligen, om man får spekulera, ha haft något idag försvunnet dokument eller noterat någon hörsägen som han fogat in. Intressant i sammanhanget är också Rönnegårds (1957) notering om att Thomas Litlagarp, från Falun, skulle ha brutit malm i Garpenberg under mitten av 1300-talet.

Ett annat närbeläget gruvområde i Garpenbergs socken är Vikaberg. Här bröt man till skillnad från Garpenberg inte koppar utan järn. Det har varit en diskussion om vilket som är äldst och hur det har samspelat med Garpenberg (Rönnegård, 1957). Det skulle vara intressant med en liknande studie vid Vikaberg. Då kan man jämföra Vikaberg med Garpenberg med avseende på markutnyttjade och etablering och om en närbelägen järngruva skiljer sig jämfört med en koppargruva.

Den här studien pekar åt att det är fullt möjligt att Garpenberg är ganska mycket äldre än vad de historiska dokumenten på 1300 och 1400-talet kan belägga. Det skulle vara intressant om man i framtiden skulle kunna göra arkivstudier och arkeologiska utgrävningar för att se om det är möjligt att hitta fler historiska dokument om Garpenberg samt äldre bergsbrukslämningar. Därmed skulle man kunna förtydliga bilden av Garpenbergs äldre bergsbrukshistoria.



Figur 7. Sammanfattande diagram över de viktigaste resultaten. Andelarna bly koppar och titan (PPM) samt summan trädslagspollen, kolpartiklar, apofyter (störningssgynnade växter) och pollen från odlade växter (%) på y-axeln. De lodräta linjerna representerar ca år 700, 1300 och sent 1800-tal. De vågräta linjerna hos metallerna representerar en ungefärlig bakgrunds nivå.

Figure 7. Concluding diagram showing the most important results. Proportions of lead, copper and titan (PPM) and also the total of tree pollen, charcoal particles, apophytes, and cultivated plants (%) on the y-axis. The vertical lines represents the 8th-, 14th- and late 20th-century. The horizontal lines in the metals represent background values.

4.3 Hur vegetationen förändrats i Garpenberg och dess troliga orsaker

Vegetationssammansättningen i Garpenberg har förändrats både av naturliga orsaker och av mänsklig påverkan. Den viktigaste naturliga förändringen är granens etablering för 2600-2700 år sedan (figur 6). Detta stämmer ungefärligt med andra studiers dateringar för Bergslagen (Bradshaw & Lindblad, 2005; Segerström, 2010). Bradshaw & Lindblad (2005) hävdar också att granen oftast trängde undan björken och i viss mån även tallen. Detta stämmer också i Garpenberg där björken klart minskar då granen etableras. I Garpenberg påverkades dock inte tallen nämnvärt. Granen etableras inte i lika hög grad på torra tallhedar, utan på näringsrika och fuktigare marker som tidigare hade främst lövträd. Naturliga bränder har också

förekommit. Under den första fasen fram till 700-talet syns också en del mindre toppar i störningsgynnade växter (figur 7). Dessa är troligen inte kopplade till människan utan indikerar naturliga störningar som vind och brand, då störningsgynnade växter förekommer naturligt i skogarna runt Garpenberg (Mossberg & Stenberg, 2003). Vid den sista toppen på 400-talet finns dock ett rågpollen registrerat (figur 7). Detta skulle möjligen kunna innebära att man svedjat i närheten av Gruvsjön. Ett enstaka rågpollen kan dock ha transporterats långt, då pollen är lätta (Hjelmroos, 1991). Det kan därför vara mycket osäkert. Förutom den händelsen kan tre expansionsperioder för jordbruket identifieras i Garpenberg.

Den första relativt tydliga mänskliga påverkan på vegetationen man kan se skedde omkring 700–850 e.Kr., då betesgynnade växter börjar indikera skogsbete (figur 6). Den ökande andelen kolpartiklar kan bero på att man betesbrände men det kan även härröra från en tidig metallframställning. Det kan vara svårt att se skillnad på om en störning beror på jordbruket eller metallhantering (Lagerås, 2007). Effekterna av att man öppnar upp skogen kan också vara likartade. Om man hugger bränsle för metallframställning kan man mycket väl samtidigt hugga upp en inäga eller förbättra betet. Likaså kan man ha bränt av olika anledningar. Enen som är känslig för brand (Granström, 1995) verkar dock inte minska. Det kan indikera på att det inte handlar om skogsbränder i den betade skogen utan kanske från metallhantering.

Nästa förändring sker på 1000-talet då odling introducerades (figur 7). Mellan 1000- och 1200-talet är det en lucka i registrerade sädeslagspollen. Det kan ha varit en kontinuerlig odlingsfas vilket fortsatt erosion av titan tyder på (figur 7). Det som talar emot att det varit en kontinuerlig fas av odling är att det sker en liten ökning av gräs (70-65 cm) under perioden mellan de registrerade spannmålsodlingarna på 1000- och 1200-talet (figur 6). Det kan innebära att odlingen övergivits. Det är ett flertal sädespollen som är registrerade på 1000-talet och 1200-talet, så odlingen bör ha varit lokal. Det finns inga spår i Gruvsjön av en nedgångsperiod i jordbruket under senmedeltiden, till exempel på grund av digerdöden. Det har också varit svårt att säga entydigt hur denna period drabbade Bergslagen i stort (Pettersson Jensen, 2012). Möjligen skulle den nyss nämnda luckan i sädeslag under 1100-talet (70-65 cm) kunna vara spår av den senmedeltida agrarkrisen, men då skulle dateringsmodellen vara lite felaktig.

Runt 1300 skedde nästa expansion av jordbruket och metallhanteringen och den var kraftig. Det bör därför ha syns tydligt i landskapet med fler inägor och öppnare skog. Det är också mellan 1300-talet och sent 1800-tal som andelen trädpollen är som lägst. Det beror förmodligen på att man tog upp inägor, åkrar, lindor och ängar, men med största sannolikhet även på att man högg bränsle till gruvan och hyttorna samt höll djur på skogen.

Runt sjön Kalven i Norberg har Berg (2004) visat att trädpollenandelen gick ner till 65 % vilket är mycket lägre än vid Gruvsjön. Hon tolkar detta som att det kan ha varit en lokal skogsbrist. Andelen trädpollen är rejält högre vid Gruvsjön (som minst ca 80 %) och därför bör det rent logiskt ha varit mer skog där också (figur 7). Gruvsjön är dock större än Kalven, vilket innebär att Gruvsjön har högre andel regionalt pollen. Inägomarken oftast är belägen närmast vattensystemen och områdena runt omkring är skogsmark. Detta får till följd att det område Gruvsjön representerar är större och att andelen inägomark relativt sett är mindre. Det

leder till att det är svårare att jämföra träandelen mellan sjöarna. Området närmast Gruvsjön var troligen öppnare än områden längre bort. Det är främst tallandelen som minskar i både Kalven och Garpenberg vilket kan indikera att det var främst tall som högs. Även vid Lapphyttan i Norberg sker en minskning i andelen trädpollen under en period (Segerström m.fl., 2010). I både Lapphyttan och Kalven skedde denna nedgång i den totala andelen trädpollen först något århundrade efter det storskaliga bergsbrukets början, trots att andelen tall minskade redan vid tidig medeltid. Detta kan troligen förklaras med att lövträden kompenserar till att börja med genom en föryngringspuls. I Garpenberg verkar något ha hållit tillbaka lövträden redan från början. Kanske har de i viss mån använts som bränsle i brist på lämplig tall, kanske har betande tamdjur i högre grad hållit dem tillbaka (Segerström & Emanuelsson, 2002). Det som talar för det sistnämnda är att björken ökar kraftigt när gräs, halvgräs, betesindikatorerna senare minskar i fas 4. Det verkar som att de kombinerade effekterna av jordbruk och bergsbruk ger effekt på den totala trädslagsandelen. Jordbruket expanderade samtidigt som bergsbruket och deras olika påverkan på skogen går därför inte att skilja åt vilket är i linje med Lagerås (2007) resonemang.

Vid Gruvsjön är andelen trädpollen relativt stor. Det tyder på att det bör ha funnits en hel del skog, men hur den såg ut och om den var duglig för kolning och gruvved är svårt att säga. En brist är också något som påverkas av även andra saker än hur mycket skog det finns. Det påverkas också av utbud och efterfrågan (Wieslander, 1936). För att utreda skogsbristen mer behövs en studie där man försöker beräkna den mängd kol och ved som behövdes i Garpenberg samt hur stor volym och areal skogsmark det bör motsvara. Samuel Ugla (1943) skriver under mitten på 1700-talet att skogarna var ”präktiga” samt dominerade av tall och gran. De skulle också ha räckt till för bergsbruket även under dess storhetstid, vilket han finner märkligt. Han uppger även att det fanns björk, alm, lind, ask, al, en, poppel (med poppel menar han troligen asp), lönn och rönn. Även Hülphers (1957) som levde under 1700-talet, skrev att åtminstone tillräckligt med skog fanns i alla byar. Han skriver också att på grund av kolningen bestod skogarna till stor del av yngre tall- och granskogar. Om man lägger ihop dessa båda skildringar, när trädpollenandelen var som lägst, bör man kunna tolka det som att skogarna var dominerade av barrträd. Björk bör ha varit relativt vanlig och att det fanns små förekomster av andra trädslag som ädellövträd. Ädellövträd finns fortfarande kvar inom reservaten i Garpenberg idag (Länsstyrelsen i Dalarna, 1996). Trädpollenandelen tillsammans med Hülphers och Ugla uppgifter bör stödja slutsatsen om att någon akut virkesbrist inte har rått under 1700-talet och att skogsmark var det dominerande ägoslaget. Hur lämpliga skogarna var att hugga bränsle i varierade mycket. Skogarna var nog kraftigt påverkade av upprepade huggningar. En stor del av skogarna var ungskogar där träden var för unga för att avverkas.

Vad odlade man i Garpenberg? I pollendiagrammet verkar korn och råg dominera bland sädeslagen. Det är svårt att säga vilket sädeslag som var viktigast, då de olika arterna sprider pollen i olika stor mängd (Behre, 1981). Rågpollen har bättre spridningsförmåga än till exempel havre, vilket kan påverka vilket område de representerar och därmed tolkningen. Ugla (1943) nämner att vete, råg och havre var vanliga. Han berättar också att i Garpenberg odlades en speciell sorts korn, kallad småkorn. Den hade den egenskapen att den mognade

fort även om den såddes sent. Enligt Ugla var Garpenberg känt för att odla en hel del humle. Därför kan det som i pollendiagrammet registrerats som humle/hampa, mestadels vara humle. Det finns kontinuerligt noterat tillbaka till 1000-talet samtidigt som den första troliga sädesodlingen. Det bör dock nämnas att det är främst honplantor av humle (Mossberg & Stenberg, 2003) som odlas och att dessa inte sprider pollen samt att det i varje humlegård endast fanns ett fåtal hanplantor. Det talar för att det även kan ha odlats hampa. Enstaka trädgårdar (förmodligen fruktträd) fanns i Garpenberg på 1700-talet. Hülphers (1957) nämner att det fanns kål- och romland i grannsocknen Grytnäs. Kål och rovor har inte kunnat noteras i pollendiagrammet. Man kan knappast förvänta sig att hitta dem heller, då de är tvååriga och sköras första året innan blomning. Om man jämför andelen sädeslag med exempelvis Kalven (Berg, 2004) så är andelen ganska låg. Odlingen var troligtvis inte så stor. Detta stöds även av Hülphers (1957) och Ugla (1943) som nämner att man var tvungna att köpa mycket spannmål. Boskapsskötseln var däremot bättre lönande vilket kan anas i pollendiagrammet då betesindikatorer som en och syror är rikligt registrerade. Kreaturen behövde man säkerligen även för gruvsdriften till dragdjur och remmar.

Är jordbruket i Garpenberg tidigt eller sent inom landskapet? Om man jämför med studien från Kalven i Norberg (Berg, 2004) så börjar skogsbetet i Norberg något århundrade tidigare eller på sin höjd samtidigt som i Garpenberg. Det är svårt att exakt avgränsa dess början. Odlingen verkar dock i Norberg ha börjats närmast samtidigt som betesdriften, medan i Garpenberg verkar skogsbete ha hållit på ett bra tag innan odling började runt 1000-talet. De tydliga expansionsfaser av jordbruket som har setts i Norberg vid 1000-talet och sent 1200-tal stämmer ganska bra överens i tid med jordbruket i Garpenbergs expansionsfaser. Den sista som kan ses vid 1600-talet i Norberg blev aldrig av i Garpenberg. Andelen sädeslag och störningsgynnade växter är lägre i Garpenberg än i Norberg vilket kan antyda att jordbruket har varit mer utbrett i Norberg. I Moshyttan utanför Nora kan skogsbetet ha börjat på 200-talet alltså långt före det i Garpenberg (Lidberg, 2012). En tidig datering av skogsbetet på 700-talet i Garpenberg skulle alltså inte vara helt orimlig. En första odlingsfas runt 1000-talet ligger bra i fas med när odlingen började i både Nora, Norberg och Garpenberg. Törnqvist (2008) antyder dock att jordbruk kan ha förekommit i trakten av Norberg något århundrade tidigare. Sammanfattningsvis tyder detta på att jordbruket i Garpenberg verkar ha utvecklas ungefär på samma sätt som övriga Bergslagen. Jordbruket förändrades på många håll från en extensiv betesdrift till en kombination av djurhållning och odling kring 900-1000-tal. Törnqvist (2008) tolkar det på liknande sätt. Förmodligen är dock jordbruket i dessa områden lite yngre än i området kring exempelvis Dalälven (Rönnegård, 1957) som varit en mer utpräglad jordbruksbygd. Det skulle vara intressant med en jämförande pollenstudie i Dalälvsområdets jordbruksbygd, för att se om jordbruket etablerade sig i dalgången på ett annorlunda sätt än i skogsbygden i Garpenberg och Norberg.

Vad som var först i Garpenberg av metallhantering och jordbruk är osäkert, då de äldsta spåren av jordbruk och metallhantering är diffusa. Ett småskaligt jordbruk bör också ha haft ett behov metaller. De följer varandra ganska väl när signalerna blir tydligare från 700-talet och framåt. Då sker en uppgång i föreningarna samtidigt som jordbruk etableras. På 1300-talet sker en kraftig expansion av både jordbruk och bergsbruk. Bergsbruket gjorde att fler

kunde bo i Garpenberg i och med fler arbetsmöjligheter. Gruvarbetarna behövde äta och gruvan behövde remmar och dragdjur. Det är därför inte så konstigt att jordbrukets utveckling styrdes av bergsbrukets behov. Det var ju den som var den dominerande näringen (Hülphers, 1957; Ugla, 1943). Annan forskning pekar på att ett visst jordbruk kan ha föregått bergsbruket (Pettersson Jensen, 2012; Törnqvist, 2008). Men för att svara på frågan vad som var först i Garpenberg av jordbruk eller metallhantering måste man försöka skilja på vad som är lokala föroreningar genom till exempel isotopanalys av blyföroreningarna.

4.4 Bestående konsekvenser av det mänskliga markutnyttjandet

Skogarna för 3000 år sedan bör ha varit mer komplexa och haft fler strukturer som till exempel död ved än idag. Skogarna innehöll också inslag av ädla lövträd (figur 6). Därmed fanns det förutsättningar för stor artrikedom. Efterhand förändrades detta ekosystem delvis på grund av introduktion av betande djur, etablering jordbruk och bergsbruk i enlighet med tidigare resonemang. Denna nya markanvändning förändrade artsammansättningen till förmån för det gamla jordbrukslandskapets arter. Detta ekosystem var också artrikt fast på öppenmarks- och ängsväxter. Även skogarnas artsammansättning förändrades och fler betesgynnade växter kom in. Tallen minskade under jordbrukets och bergsbrukets glansdagar. Slutligen under 1900-talet då lönsamheten och tekniken förändrades för jordbruket och bergsbruket växte en del av inäggarna igen. Påverkan på skogen minskade. Skogsbruket fortsatte att sköta skogarna och hålla skogarna likåldriga. Den minskade andelen inägg medförde att den öppna marken och öppenmarksarter som örter minskade. Det tidigare markutnyttjandet genom upprepade avverkningar och skogsbyte har lett till dagens skogar i Garpenberg som förmodligen är mindre artrikta, har färre strukturer (som död ved och äldre träd) och har en annan ålderssammansättning och skogsstruktur än för 3000 år sedan. Få skogar är numera opåverkade av människan och det är troligen lägre biologisk mångfald idag, än det var i det gamla jordbrukslandskapet eller i de blandskogar som fanns för 3000 år sedan. Detta trots att Garpenberg ligger vid den biologiska norrlandsgränsen, där sydliga och nordliga arter möts. Garpenberg borde därmed egentligen ha förutsättning för artrikedom. Artrikedomen har alltså förändrats över tiden och det har varit olika artgrupper som dominerat under olika perioder. Dagens område är kanske det minst artrika. Det är dock fortfarande en hel del mänskliga störningar idag i form av gruvdrift och skogsbruk, vilket har lett till att andelen störningssgynnade arter fortfarande är hög. Den starka huggningen av tall under 1300-1800-talet har lett till att trädslagsblandningen förändrats i förmån för björk. Införandet av odlade växter utgör också ett bestående inslag. Det mänskliga markutnyttjandet har lett till dagens skogar i Garpenberg, med få områden helt opåverkade av människan. Det verkar vara troligt att utan malmtillgångarna hade Garpenberg varit mycket glesare befolkat och förmodligen inte varit ens en egen socken, utan en skogsdominerad utmarksbygd med några mindre bondbyar och ensamgårdar. Då hade nog vegetationshistorien i Garpenberg sett annorlunda ut än vad den gör idag.

4.5 Slutsatser

- När etablerades bergsbruket vid Gruvsjön i Garpenberg?

Bergsbruket etablerades i stor skala i runt sekelskiftet 1300. Denna kombinationsmetod av pollenanalys och geokemisk analys visar också att det är troligt att någon form av metallhantering har förekommit redan någon gång mellan 600 och 1300-talet. Detta ligger väl i fas med andra studiers dateringar av bergsbruket i Bergslagen.

- Hur har vegetationssammansättningen kring Gruvsjön i Garpenberg förändrats under de senaste 3000 åren, och vad bör rimligen orsakat förändringen?

Resultatet visar att naturen och skogen kring Gruvsjön har förändrats vid flera tillfällen, naturligt via granens etablering (ca 2600 år sedan) samt på grund av människan genom, skogsbete och periodvis avverkning av tall (700-tal), odling (1000-tal), skogens tillbakagång samt expansion av jordbruk och bergsbruk (1300-tal) samt slutligen jordbrukets avveckling och skogens återkomst (sent 1800-tal).

- Hur har vegetationen påverkats av bergsbruket och jordbruket och hur har bergsbruket och jordbruket påverkat varandra?

Resultatet visar att bergsbruket och jordbruket har starkt påverkat den omgivande vegetationen. Bergsbruket påverkar vegetationen främst genom sitt bränslebehov. Detta ledde i Garpenberg till att trädpollenandelen och speciellt tall minskade kraftigt från 1300-talet och framåt. Öppna gruvområden bör även ha gynnat ruderväxter. Den tydligaste påverkan från jordbruket på växtsamhället är införandet av odlade växter som råg och korn. Jordbruket har dessutom skapat nya ekosystem som ängsmarker med en rikare flora av gräs, halvgräs och örter som korgblommiga växter. Även skogsbetet skapar ett nytt ekosystem där exempelvis en och syror gynnas. Det är dock svårt att helt separera signalerna från jordbruket och bergsbruket från varandra då signalerna kan vara likartade. Jordbruket och bergsbruket har utvecklats likartat och etablerings- och utvecklingsfaserna sker vid samma tidpunkter och magnitud. Bergsbruket bör dock ha varit den dominerande näringen och kanske delvis styrt jordbrukets utveckling.

- Vilka bestående konsekvenser går att se av det tidigare markutnyttjandet på vegetationen och på den biologiska mångfalden?

Det mänskliga markutnyttjandet har lett till att nya odlade växter förts in samt fler störningsgynnade växter och en förändrad trädslagsblandning. Upprepad avverkning och skogsbete har lett till dagens skogar i Garpenberg med en förändrad ålderssammansättning och skogsstruktur än för 3000 år sedan. Få skogar är numera opåverkade av människan och det är troligen lägre biologisk mångfald idag än det var i det gamla jordbrukslandskapet och i de blandskogar som fanns för 3000 år sedan.

5. Källförteckning

- Ahnlund, N. (1927). *Nils Rabenius (1648-1717)*. Stockholm: Hugo Gebers förlag.
- Almquist, A., Löfving, R. & Dehlén, R., (1980). *Garpenbergs bruks skogar –utnyttjande och skötsel genom tiderna*. Sveriges lantbruksuniversitet: Uppsala.
- Angelstam, P., Andersson, K., Isacson, M., Garilov, D., Axelsson, R., Bäckström, M., Degerman, E., Elbakidze, M., Kazakova-Apkarimova, E., Sartz L., Sädbom, S. och Törnblom, J. (2013). Learning About the History of Landscape Use for the Future: Consequences for Ecological and Social Systems in Swedish Bergslagen. *Ambio*. 42:2. s. 146-159.
- Behre, K-E., (1981). The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. *Pollen et Spores*. 23. s. 225– 245.
- Behre, K-E., (1986). Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams, *A.A. Balkema*, Rotterdam, s. 1–18.
- Berg, A. (2004). *Järnbruk och skog under 1000 år, Vegetationshistorien kring sjön Kalven i Norbergs bergslag*. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skoglig vegetationsekologi. (Examensarbeten nr 2).
- Beug, H-J. (2004). *Leitfaden der pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete*. München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil.
- Bindler, R., Segerström, U., Pettersson-Jensen, I.-M., Berg, A., Hansson, S., Holmström, H. Olsson, K. & Renberg, I. (2011). Early medieval origins of iron mining and settlement in central Sweden: multiproxy analysis of sediment and peat records from the Norberg mining district. *Journal of Archaeological Science* 38. s. 291-300.
- Björkhem, U., (1996). *Garpenberg Historien om en bygd –naturen och människorna*. Sollentuna.
- Blaauw, M. (2010). Methods and code for ‘classical’ age-modelling of radiocarbon sequences. *Quaternary Geochronology*. 5. s. 512-518.
- Bradshaw, R. (2007). Paleobotany. *Elsevier B.V.* s.1567-1574.
- Bradshaw, R. & Lindbladh, M. (2005). Regional spread and stand-scale establishment of *Fagus sylvatica* and *Picea abies* in Scandinavia. *Ecology*. 86:7. s. 1679–1686.
- Bradshaw, R. (1988). Spatially-precise studies of forest dynamics. *Vegetation history, Handbook of vegetation science*. 7. s.725-751.
- Ek, A., Löfgren, S., Bergholm, J. & Qvarfort, U. (2001). Environmental Effects of One Thousand Years of Copper Production at Falun, Central Sweden. *Ambio*. 30:2. s. 96-103.
- Ek, G. (1962). *Skoglig marklära*. Helsingborg: Schmits boktryckeri aktiebolag.

- Emanuelsson, M. & Segerström, U., (2002). Medieval slash-and-burn cultivation: Strategic or adapted land use in the Swedish mining district? *Environmet and history*. 8. s. 173-196.
- Fischer, M. Brenner, M. & Reddy, K. R. (1992). A simple, inexpensive piston corer for collecting undisturbed sediment/water interface profiles. *Journal of Paleolimnology*. 7. s. 157-161.
- Granström, A. (1995). Om skogseldens natur och eldkulturen i Sveriges skogar. I: Larsson, B (red.) *Svedjebruk och röjningsbränning i Norden*. Stockholm: Nordiska museet. s.14-27.
- Grimm, EC. (1991). *Tilia v. 2.0.b.4*. Illinois state museum, research and collections center.
- Grimm, EC. (2004). *Tilia graph v. 2.0.2*. Illinois state museum, research and collections center.
- Görres, M. & Frenzel, B. (1997). Ash and metal concentrations in peatbogs as indicators of anthropogenic activity. *Water, air and soil pollution*. 100. s. 355-365.
- Heckscher, E. (1940). Den svenska järnhanteringens ekonomiska historia i fågelperspektiv. *Ekonomisk Tidskrift*. 42:1. s. 8-32.
- Heckscher, E. (1935). *Sveriges ekonomiska historia, från Gustav Vasa*. Stockholm: Albert Bonniers boktryckeri.
- Hellqvist, M, Andersson, L., Israels, B. & Olsson, D.S. (2010). "Falun ovan från Falun under", *ny kunskap om Falu gruva, Projektrapport 1*. Högskolan i Dalarna. Arbetsrapport Nr: 2010:4
- Hjelmroos, M., (1991). Evidence of long-distance transport of Betula pollen. *Grana*. 30. s. 215-228.
- Hülphers, A. (1957). *Dagbok öfwer en resa igenom de, under Storakopparbergs höfdingedöme lydande lähn och Dalarne år 1757*. Falun: Falu nya boktryckeri aktiebolag.
- Jakobsson, E., Axelsson, R. & Uliczka, H. (2012). *Bergskraft 11·13 Tillbakablick och nuläge hösten 2012, Delrapport 1 från följeforskningen*. APeL Forskning och utveckling. Bergskraft 11·13 delrapport 1.
- Jörberg, L. (1972I). *History of prices in Sweden 1732-1914. vol. I*. Lund: Gleerup.
- Jörberg, L. (1972II). *History of prices in Sweden 1732-1914, vol. II*. Lund: Gleerup.
- Kardell, L. (1999). Arkiv och skogsvetenskap. Särtryck ur *Arkiv i Norrland*. 16. s.177-194.
- Karlsson, J. & Berg, A., (2012). Naturliga arkiv avslöjar äldsta gruvhistorien i Gladhammar. I: Nimhed, O. & Palm, V. (red.) *Västerviks historia, förhistoria och arkeologi*. Västervik: Västerviks museum. s. 295-302.
- Lagerås, P. (2007). *The ecology of expansion and abandonment*. Stockholm: Riksantikvarieämbetet.

- Landeholm, S. (1999). *Nedre bergslagen i Dalarna*. Projektet atlas över Sveriges bergslag. Järnkontolets bergshistoriska utskott. H 108. Stockholm.
- Lantmäteriverket. (1993). *Gula kartan*, [kartografisktmaterial] 1:20 000. Gävle: Lantmäteriet. Garpenberg 12G:63.
- Lantmäteriverket. (1822). *Carta öfver Hesshytte mantalets inägor* [kartografisktmaterial] 20-GAR-77.
- Lantmäteriverket. (1780). *Charta öfwer Kungsgården, med therunder lydande hemman och lägenheter*. [kartografisktmaterial] 20-GAR-26.
- Lidberg, W. (2012). *Moshyttan: Sweden's oldest known blast furnace? -A multiproxy study based on geochemical and pollen analyses*. Umeå universitet. Geokologiprogrammet. (Examensarbete).
- Lindberg, E. (2004). Var det brist på träkol som begränsade det svenska smidet under 1700-talet? I: *Med hammare och fackla XXXVIII*. Sancte Örjans Gille. Edita Nordstedts Tryckeri. Stockholms. s. 151-176.
- Linnæus, C. (2007). Koppargruvan vid Garpenberg. I: Casson A. & Jacobsson R. (red) *Dalaresan tillsammans med Bergslagsresan*. Gullers förlag. s. 292-294.
- Länstyrelsen Dalarna. (1996). Bildandet av naturreservatet Realsbo domänreservat i Hedemora kommun. Beslut: 1996-09-30. DNR: 231-5999-96 (2083).
- Marklund, K. (red.) (1990). Bronsåldern., I: Nationalencyklopedin. Bd. 3, s. 339.
- Moore, P.D., Webb, J.A. & Collinsson M.E. (1991) *Pollen analysis*. 2 upplagan. Oxford: Blackwell scientific publications.
- Mossberg, B. & Stenberg, L. (2003). *Den nya nordiska floran*. Wahlström & Widstrand.
- Naturvårdsverket. (2012). *De svenska miljömålen -En introduktion*. Stockholm: Naturvårdsverket, ISBN 978-91-620-8619-0.
- Ohlson, M. & Tryterud, E., (2000). Interpretation of the charcoal record in forest soils: forest fires and their production and deposition of macroscopic charcoal. *The Holocene*. 10:4. s. 519–525.
- Oldfield, F., Crooks, P., Harkness, D., & Petterson, G. (1997) AMS radiocarbon dating of organic fractions from varved lake sediments: an empirical test of reliability. *Journal of Paleolimnology*. 18. s. 87–91.
- Pettersson Jenssen, I-M. (2012). *Norberg och järnet*. Diss. Stockholm: Stockholms universitet.
- von Post, L. (1916). *Om skogsträdspollen i sydsvenska torfmosselagerföljder*. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar. 38. s. 384-394.

- von Post, L. (1946). The Prospect for Pollen Analysis in the Study of the Earth's Climatic History. *New Phytologist* 45:2 s.193-217
- Qvarfort, U. (1981). *Sulfidmalmshanteringens början vid Garpenberg och Öster Silvberg*. Jernkontorets bergshistoriska utskott. H: 20.
- Renberg, I., Brännvall, M-L., Bindler, R. and Emteryd, O. (2000). Atmospheric Lead Pollution History during Four Millennia (2000 BC to 2000 AD) in Sweden. *Amibo*. 29:3. s. 150-156.
- Renberg, I. & Hansson, H. (2008). The HTH sediment corer. *Journal of Paleolimnology*. 40:2. s. 655-659.
- Rönnegård, S. (1957). *Hedemora bergslag, Garpenbergs socken*. Stockholm: Svenska kyrkans Diakonistyrelsens Bokförlag.
- Sandberg, F., Palm, V. & Nilsson, N. (2010). *Gladhammars gruvor, Särskild arkeologisk undersökning 2010*. Kalmar läns museum.
- Segerström, U., Berg A., Pettersson Jensen, I-M, Bindler, R. & Renberg, I. (2010). Det tidiga bergsbruket i Norberg – Nu ännu tidigare. I: *Med hammare och fackla XLI*, Stockholm: Sancte Örjans Gille. Edita Nordstedts Tryckeri. s. 201-230.
- Segerström, U. & Emanuelsson, M., (2002). Extensive forest grazing and hay-making on mires –vegetation changes in south-central Sweden due to land use since medieval times. *Vegetation history and Archaeobotany*. 11. s. 181-190.
- Sugita, S. (1993). A Model of Pollen Source Area for an Entire Lake Surface. *Quaternary Research*. 39:2 s. 239-244.
- Taberman, I. (2007). *Blybelastningen i sjön Åsgarn, Dalarna under de senaste årtusendena*. Umeå universitet. Naturgeografiprogramet. (kandidatarbete 2007).
- Törnqvist, A. (2008). *Bergsbruk och aristokrati –Järnhantering och landskap i Norbergs bergslag 800-1580*. Diss. Stockholm: Stockholms universitet.
- Ugla, S. (1943). Garpenbergs socken. I: Widstrand H. (red.) *Näsgårds län i Dalarna, Husby Hedemora, Garpenberg, Folkärna, Grytnäs, Avesta, By i forna tider*. Sala: Ågren & Holbergs boktryckeri AB s.139-189.
- Vivallo, W. (1984.) *The geology and origin of the Zn-Pb-Cu sulfide deposit Garpenberg, central Sweden*. Diss. Stockholms universitet. Stockholm: Stockholms universitets geologiska institution.
- Wieslander, G. (1936). Skogsbristen i Sverige under 1600- och 1700-talen. *Svenska skogsvårdsförbundets tidskrift*. s. 598.

SENASTE UTGIVNA NUMMER

- 2013:5 Författare: Javier Segura Angulo
Autumn water sources for understory vegetation and fungi in a boreal forest: An evaluation using stable isotopes
- 2013:6 Författare: Frida Snell
Bevarande av hotade epifytiska lavar och vedsvampar i Norrbottens län. – Rödlistan som verktyg i praktisk naturvård
- 2013:7 Författare: Ebba Okfors
Ekoturism i jordbrukslandskap – ett vinnande koncept? En tvärvetenskaplig studie om kulturvärden och naturvärden på Sjögetorp
- 2013:8 Författare: Anna Hallmén
Hur kan mångfalden gynnas på SCA:s naturvårdsareal? Natur- och kulturvärden i Peltovaara mångfaldspark
- 2013:9 Författare: Mattias Söderholm
Verktyg och metoder för kontroll av dubbskadedjup på timmerstockar - metodutveckling
- 2013:10 Författare: Johan Karlsson
Modellering av diametern hos tall (*Pinus sylvestris*) som en effekt av beståndstäthet och biomekanik
- 2013:11 Författare: Lisa Wik Persson
Nitrogen fixation among boreal feather mosses along a clear-cut chronosequence
- 2013:12 Författare: Jakob Nemer Barbiche
Självspredning av contortatall (*Pinus contorta*) på impedimentmark i Sverige
- 2013:13 Författare: Sebastian Backlund
The effects of mother trees and site conditions on the distribution of natural regeneration establishment in a Bornean rainforest disturbed by logging and fire
- 2014:1 Författare: Matilda Olofsson
Utomhuspedagogik i skogen för barn. Skötsel och informationsförslag för Stadsliden, en stadsskog i Umeå
- 2014:2 Författare: Li Videkull
Tree species traits response to different canopy cover for 34 tree species in an enrichment planted tropical secondary rain forest in Sabah, Malaysia
- 2014:3 Författare: Helena Lindén
Förvaltning och skogsskötsel av ett tätortsnära naturreservat. – En fallstudie om Lugnets naturreservat i Falun
- 2014:4 Författare: Matilda Johansson
Askåterföring på skogsmark – en metaanalys om påverkan på ytvattnets syra-baskemi
- 2014:5 Författare: Sven Gustafsson
Gynnar stora hyggen ortolansparven? Resultat från en inventering i Västerbotten 2013

Hela förteckningen på utgivna nummer hittar du på www.seksko.slu.se